第 37 卷第 11 期
2017 年 6 月
生　态　学　报
ACTA ECOLOGICA SINICA
Vol.37,No.11
Jun.,2017

DOI: 10.5846/stxb201603300581
魏慧, 赵文武, 张骁, 王新志.基于土地利用变化的区域生态系统服务价值评价——以山东省德州市为例.生态学报,2017,37(11):3830-3839.
Wei H, Zhao W W,Zhang X, Wang X Z.Regional ecosystem service value evaluation based on land use changes: A case study in Dezhou, Shandong Provience,China.Acta Ecologica Sinica,2017,37(11):3830-3839.

基于土地利用变化的区域生态系统服务价值评价
——以山东省德州市为例

魏　慧[1,2], 赵文武[1,2,*], 张　骁[1,2], 王新志[3]
1 北京师范大学地理科学学部, 地表过程与资源生态国家重点实验室,北京　100875
2 北京师范大学地理科学学部, 陆地表层系统科学与可持续发展研究院,北京　100875
3 德州市国土资源局,德州　253073

摘要:根据德州市 2006—2014 年土地利用变化数据,运用土地利用动态度指标分析土地利用变化情况,基于陆地生态系统单位面积生态服务价值当量表,结合德州市经济发展水平进行系数修正,对德州市 2006—2014 年间生态系统服务价值的时空变化进行分析。研究结果表明:德州市生态系统服务价值总体呈减少趋势,由 2006 年的 460.92 亿元减少至 2014 年的 443.47 亿元,价值变化率为-3.78%,林地和水域面积的减少是该区生态系统服务价值减少的主要原因;德州市各区县生态系统服务价值空间分异明显,其中齐河县生态系统服务价值最高,主要原因在于生态系统服务价值较高的林地和水域在齐河县广泛分布;德城区生态系统服务价值减少量最大,经济发展引起的土地利用结构变化是造成其服务价值大幅减少的主要原因;与生态系统服务总价值变化趋势相同,研究的时间跨度内德州市生态系统单项服务价值均呈现出不断减少的变化趋势。因此,在新一轮土地利用总体规划中,规划者应高度重视土地利用变化对生态系统服务价值的影响,优化调整土地利用结构,注重增加生态用地,稳步提升区域生态系统服务价值。
关键词:土地利用变化;生态系统服务;价值当量;德州市

Regional ecosystem service value evaluation based on land use changes: A case study in Dezhou, Shandong Provience, China

WEI Hui[1,2], ZHAO Wenwu[1,2,*], ZHANG Xiao[1,2], WANG Xinzhi[3]
1 *State Key Laboratory of Earth Surface Processes and Resource Ecology, Faculty of Geographical Science, Beijing Normal University, Beijing* 100875, *China*
2 *Institute of Land Surface System and Sustainable Development, Faculty of Geographical Science, Beijing Normal University, Beijing* 100875, *China*
3 *Dezhou Municipal Bureau of Land and Resources, Dezhou* 253073, *China*

Abstract: Land use change conditions were analyzed using the data for land use change in Dezhou City from 2006 to 2014 and land use dynamics indicators. The ecosystem service values per unit area of different terrestrial ecosystems in China were used as a basis to analyze the spatial and temporal variations in the ecosystem service values for Dezhou from 2006 to 2014, after applying a correcting coefficient to the level of economic development. The results indicated that the overall ecosystem service value in Dezhou City decreased by 3.78% from 46.092 billion Yuan in 2006 to 44.347 billion Yuan in 2014. The decrease in forest land and the water covered area were the main reasons for the decrease in ecosystem service value. The spatial differences in ecosystem service values for Dezhou City were significant. The ecosystem service value for Qihe County was the highest because of the wide distribution of forest and water covered areas, which have high ecosystem service values. The ecosystem service value reduction in Decheng District was the greatest. This was mainly due to land use change caused

基金项目:教育部创新团队项目"土壤水文与土壤侵蚀"(IRT_15R06)
收稿日期:2016-03-30;　　**修订日期:**2017-02-27
* 通讯作者 Corresponding author.E-mail: zhaoww@bnu.edu.cn

by socioeconomic development. With the same trend of the total ecosystem service value change, the single ecosystem service value showed a declining trend in Dezhou City during the study period. Therefore, the influence of land use change on ecosystem service value is an important factor that needs to be considered in the new round of general land use planning. Furthermore, optimizing and adjusting the land use structure and increasing the ecological land area also need to be considered when attempting to improve the regional ecosystem service value.

Key Words: land use change; ecosystem service; equivalent value; Dezhou City

土地利用/土地覆盖变化（LUCC）是全球气候变化和全球环境变化研究中的重要内容,是人类社会经济活动行为与自然生态过程交互和衔接的纽带[1-2]。生态系统服务是指生态系统与生态过程所形成及所维持的人类赖以生存的自然环境条件与效应[3-5]。它不仅可以作为计算绿色 GDP 的一个重要指标,而且可以作为衡量某个区域可持续发展状况的一个直观视角[6]。

土地利用与生态系统服务相互影响,相互制约。土地利用活动影响着各类生态系统类型、面积以及空间分布格局的变化[1],是生态系统服务功能变化的重要驱动力[7]。生态系统服务的丧失和退化影响着土地利用结构和效率,严重影响着人类安全与健康,直接威胁着区域乃至全球的生态安全[8]。因此,在城市化和社会经济快速发展的大背景下,研究土地利用变化对生态系统服务价值的影响,对于识别区域生态环境变化趋势、指导土地利用格局优化调整、促进经济-社会-生态的协调可持续发展具有重要意义[9-11]。

生态评价是环境评价的重要组成部分,旨在描述和预测人类活动的生态影响[12],生态系统服务价值评价则是量化和分析生态系统服务功能强弱,制定生态环境建设补偿政策的重要前提[13]。众多学者对生态系统服务价值评估的理论方法进行了相关探索。在国际上,Costanza[4]等根据效用价值理论和均衡价值理论等方法计算了全球生态系统服务的经济价值;此后,Daily[5]对生态系统服务价值的评估纲要进行了详尽描述;Ronnback[14]、Bolund[15]等进一步探讨了生态系统服务价值评估理论和方法,分别对农业和城市的生态系统服务价值进行了评价,对完善 Costanza 提出的评价模型起到了积极的促进作用;近期,Polasky[16-17]等基于土地利用变化对区域生态系统服务价值响应进行了实证研究。我国学者基于生态系统服务价值评价模型和生态系统服务价值系数[18]等对区域生态系统服务价值进行估算和动态变化分析。如:石龙宇[19]、冯异星[20]、李屹峰[21]、王佳丽[22]等分别以厦门市、玛纳斯河流域、密云水库及江苏省环太湖地区为例,对土地利用变化引起的生态系统服务变化进行了价值分析;郭玲霞[23]、张正峰[24]等则从土地整治的角度出发,对土地整治前后区域生态系统服务价值进行了评估。研究表明,生态系统服务价值动态变化可以直观地反映区域生态环境的变化,但是已有研究对区域生态系统服务价值时空分异的分析相对不足[9]。另外,由于自然环境的异质性以及生态系统服务经济价值评估的复杂性,为提高价值评估的精确度,在评价某一地区生态系统服务价值时应当结合地区实际进行系数修正[9, 25-28]。

京津冀协同发展是我国当前经济社会发展中的重大战略。2015 年 4 月,《京津冀协同发展规划纲要》正式审议通过。根据该规划纲要,德州市作为山东省唯一被划入“京津冀一体化”的城市,承担着“一区四基地”的战略地位。其中“一区”是指京津冀南部重要生态功能区;“四基地”分别为产业转移承接基地、科技成果转化基地、优质农产品供应基地及高素质劳动力培训输送基地[29]。另外,在山东省划定的 5 个生态功能区中,德州市生态功能区也被定位为“鲁北平原和黄河三角洲生态区”。以上战略定位要求德州市需要高度重视土地利用变化及其对生态环境的影响,在保持自身生态系统稳定的同时,更好地发挥其在山东省乃至京津冀地区生态系统服务功能的辐射能力。

本研究针对区域自然环境及经济发展水平的异质性,基于陆地生态系统单位面积生态服务价值当量表,在对山东省德州市不同生态系统进行单位面积价值量核算的基础上,探讨了德州市整体及其各区县生态系统服务价值动态变化和时空分异特征。旨在通过土地利用生态服务价值的定量化,全面认识德州市生态服务价

值的动态变化趋势,以期服务于土地利用总体规划的修编完善,为土地利用结构的优化调整提供决策支持,最终实现经济-社会-生态的协调可持续发展。

1 研究区概况

德州市地处山东省西北部、黄河下游北侧,位于 E 115°45′—117°36′,N 36°24′— 38°0′。该区属暖温带半干旱季风气候区,四季分明,冷热干湿界限明显。光照资源丰富,年平均日照数 2660 h,年平均气温 12.3℃—13.4℃,年平均降水量 585.2 mm。全市土地总面积 10356 km^2,占山东省土地总面积的 7.55%。共辖 11 个县(市区)、两大派出机构和 1 个经济开发区,共设乡镇 134 个,是华北、华东重要的交通枢纽,是山东省乃至全国的重要粮、棉、蔬生产基地。2014 年,全市总人口 570.51 万,其中农业人口 287.94 万,非农业人口 282.57 万。全市实现地区生产总值(GDP)2596.08 亿元,三次产业结构为 11.1:51.6:37.3。

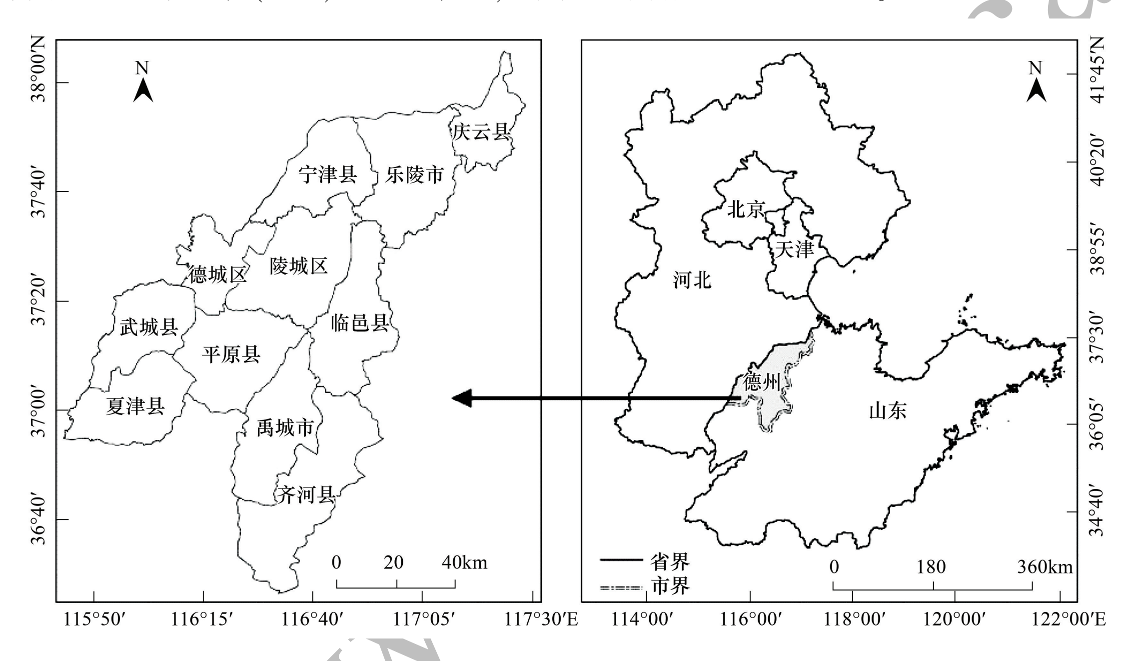


图 1 研究区位置图

Fig.1 Location of the study area

2 数据与方法

2.1 数据来源

本研究采用的社会经济数据来源于《德州市统计年鉴》,土地利用数据来源于德州市土地利用变更数据调查。土地分类系统按照《土地利用现状调查技术规程》(1984),面积统计至一级地类,具体包括 8 类:耕地、园地、林地、牧草地、城镇村及工矿用地、交通用地、水域和未利用地,图 2 为研究区 2014 年土地利用图。

2.2 研究方法

2.2.1 德州市土地利用变化分析

土地利用动态度是分析土地利用变化动态的重要指标,是指某研究区一定时间范围内某种土地利用类型的数量变化情况[9]。其表达式为:

$$K= (U_b-U_a)\times 1/T\times 100\% \tag{1}$$

式中,K 为研究时段内某一土地利用类型的动态度;U_a、U_b 分别为研究初期、研究末期某种土地利用类型的数量;T 为研究时段,本研究中设定为年。本研究采用土地利用动态度来分析德州市 2006—2014 年土地利用的动态变化。

2.2.2　德州市单位面积生态系统服务价值的确定

Costanza 等提出的生态服务价值化评估方法在中国直接运用存在着一些局限，往往低估或者忽略了某些生态系统服务价值[14]。因此，谢高地等在其生态系统服务价值评估体系的基础上，分别于 2002 年和 2007 年对中国 700 位具有生态学背景的专业人员进行问卷调查，得出了 2002 年和 2007 年“中国生态系统单位面积生态服务价值当量表”。本研究以 2007 年“中国生态系统单位面积生态服务价值当量表”为基础，针对德州市社会经济发展状况，对单位面积农田每年自然粮食产量的经济价值进行修正，计算出研究区不同生态系统服务的价值系数表。修正过程为：德州市 2006—2014 年粮食平均产量为 10701.16kg hm^{-2} a^{-1}，2014 年山东省粮食平均收购价格为 2.61 元/kg，考虑到在没有人力投入的情况下，现有生态系统服务价值是单位面积农田提供的食物生产经济价值的 1/7[9]，得出德州市农田自然粮食产量的经济价值为 3990.00 元 hm^{-2} a^{-1}。表 1 是德州市不同生态系统服务价值系数表。

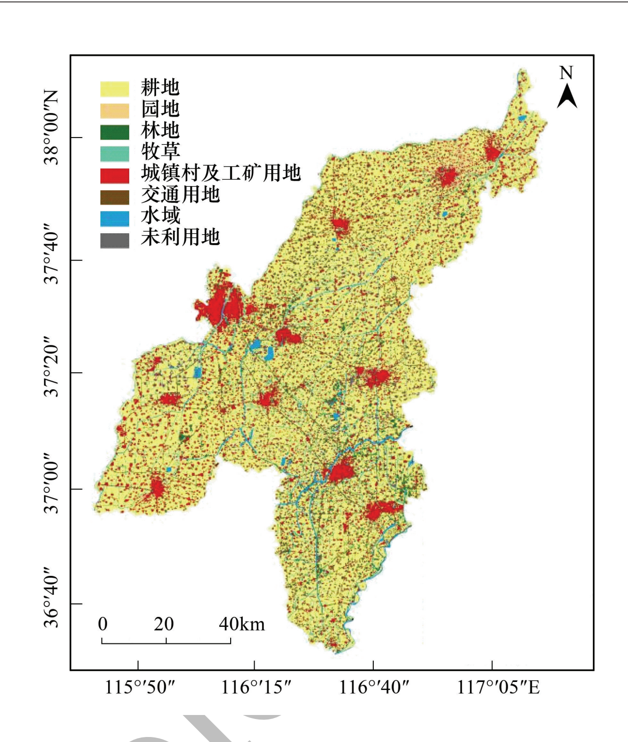


图 2　德州市 2014 年土地利用图

Fig.2　The land use map of Dezhou in 2014

2.2.3　德州市生态服务价值及其变化量估算

本研究基于以下原则，计算德州市生态系统服务价值当量因子：耕地对应农田；园地取森林和草地价值当量的均值；林地对应森林；牧草地对应草地；水域对应水域；未利用地对应未利用地；根据 Costanza 等学者的估算方法，本研究对城镇村及工矿用地、交通用地的生态系统服务功能价值不进行估算。据此，可测算出主要土地利用类型单位面积年度生态系统服务功能价值 P_i。

生态系统服务价值的计算公式为：

$$ESV = \sum P_i \times L_i \tag{2}$$

$$ESV_f = \sum (P_{fi} \times L_i) \tag{3}$$

式中，ESV 为研究区生态系统服务总价值（元）；P_i 为单位面积上土地利用类型 i 的生态系统服务价值（元 hm^{-2} a^{-1}）；L_i 为研究区土地利用类型的面积（hm^2）。ESV_f 为研究区生态系统单项服务价值（元）；P_{fi} 为单位面积上土地利用类型 i 的生态系统单项服务价值（元 hm^{-2} a^{-1}）。

表 1　德州市不同地类生态系统服务价值系数表（元 hm^{-2} a^{-1}）

Table 1　Ecological service value coefficient of each land use type in Dezhou

一级类型 First classification	二级类型 Second classification	森林 Forest	草地 Grassland	农田 Farmland	湿地 Wetland	河流/湖泊 River/Lakes	未利用地 Unused Land
供给服务	食物生产	1316.7	1715.7	3990.0	1436.4	2114.7	79.8
Supply services	原材料生产	11890.2	1436.4	1556.1	957.6	1396.5	159.6
调节服务	气体调节	17236.8	5985.0	2872.8	9615.9	2034.9	239.4
Regulating services	气候调节	16239.3	6224.4	3870.3	54064.5	8219.4	518.7
	水文调节	16319.1	6064.8	3072.3	53625.6	74892.3	279.3
	废物处理	6862.8	5266.8	5546.1	57456.0	59251.5	1037.4
支持服务	土壤形成与保护	16039.8	8937.6	5865.3	7940.1	1635.9	678.3
Support services	维持生物多样性	17994.9	7461.3	4069.8	14723.1	13685.7	1596.0
文化服务 Cultural services	提供美学景观	8299.2	3471.3	678.3	18713.1	17715.6	957.6
合计 Total		112198.8	46563.3	31521.0	218532.3	172966.5	5546.1

3 结果与分析

3.1 土地利用动态变化

德州市的不同土地利用类型中,耕地所占比例最大,牧草地所占比例最小,各土地利用类型面积从大到小依次为耕地 > 城镇村及工矿用地 > 水域 > 林地 > 交通用地 > 未利用地 > 园地 > 牧草地。根据 2006—2014 年德州市土地利用变更数据,计算得到各土地利用类型的面积变化趋势(图 3)和土地利用动态度(图 4)。

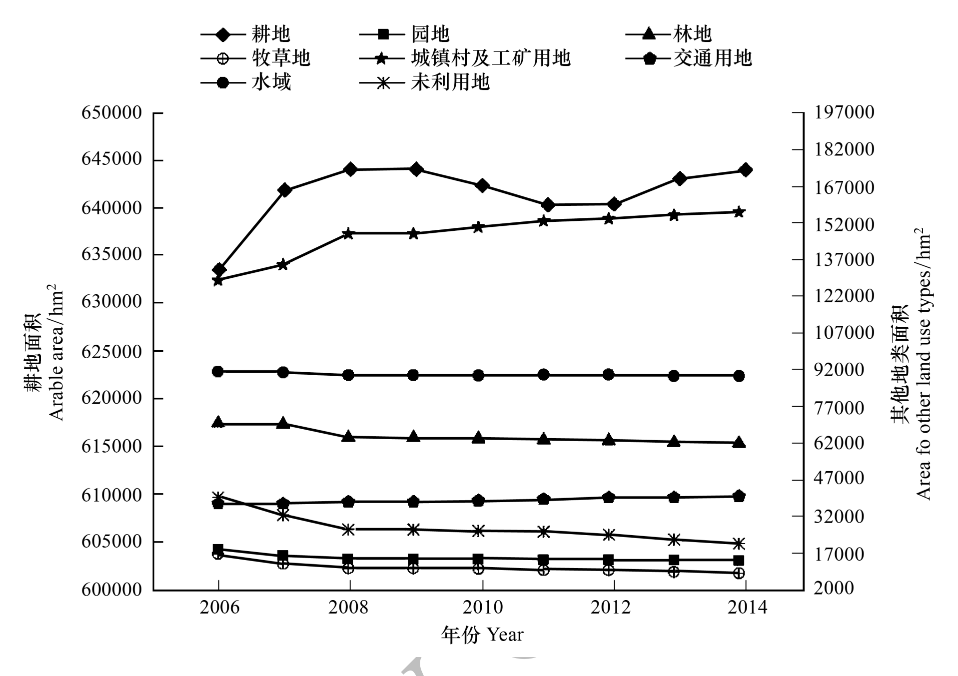


图 3 德州市 2006—2014 年土地利用变化

Fig.3 Change of land use in Dezhou during 2006—2014

从图 3 中可以看出,上轮规划实施以来,随着社会经济的快速发展,德州市各土地利用类型的面积也发生了显著的变化。耕地、城镇村及工矿用地、交通用地面积有所增加,其中城镇村及工矿用地面积增加最多,为 28015.31 hm²,其次为耕地,增加面积为 10435.71 hm²,交通用地面积增加量最少,增加 3061.89 hm²;园地,林地、牧草地、水域及未利用地面积均呈现减少的趋势,其中未利用地减少量最大,为 18976.22 hm²。从变化幅度(图 4)来看,牧草地和未利用地变化幅度最大;其次是园地、城镇村及工矿用地;再次是林地、交通用地、水域,最小的是耕地。

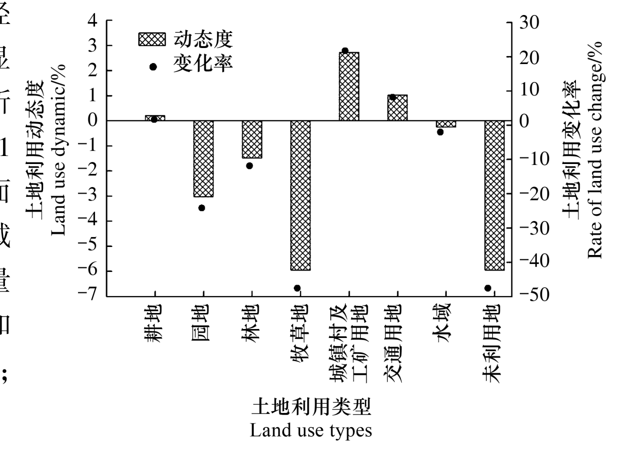


图 4 各土地利用类型变化率及动态度

Fig.4 Land use dynamic and rate of different types

3.2 德州市生态系统服务价值变化分析

3.2.1 生态系统服务价值时间变化

运用基于德州市社会经济发展状况修正后的单位面积生态系统服务价值系数表(表 1)和德州市土地利用变更数据,估算得到 2006—2014 年德州市生态系统服务价值(图 5)。

据图 5 可知,德州市 2006—2014 年间 ESV 呈现下降演变趋势。从 2006 年的 460.92 亿元减少至 2014 年的 443.47 亿元,生态系统服务价值降低了 17.45 亿元,价值变化率为-3.78%。其中,除耕地所提供的生态系统服务价值(耕地 ESV)有所增加外,其余各地类的生态系统服务价值均呈减少趋势。耕地 ESV 增加了 3.29

亿元,增长率为 1.65%,;林地 ESV 减少量最大,共减少 9.34 亿元,占总减少值的 45.03%;其次是牧草地、园地和水域,分别减少了 3.71、3.53 和 3.09 亿元,减少值占比分别为 17.89%、17.02%和 14.90%;未利用地 ESV 减少值最小,为 1.05 亿元,占比为 5.06%;上述结果的出现可归因于城镇村及工矿用地和交通用地等建设用地的快速扩张。建设用地的不断扩张,导致园地、林地、牧草地和未利用地的逐渐减少。虽然耕地面积增加使得耕地 ESV 有所增加(城镇村及工矿用地和交通用地无法进行生态价值量计算,故不计),但是由于耕地的单位面积生态价值远远低于水域、林地、园地和牧草地的单位面积生态系统服务价值,且耕地面积的增加量少于这些地类面积的总减少量,因此导致德州市生态系统服务价值总体上呈下降态势。

3.2.2　生态系统服务价值空间变化

基于德州市不同生态系统服务价值系数表(表 1)和德州市各区县 2006—2014 年土地利用变化数据,计算得到德州市各区县的生态系统服务价值变化情况(图 6)。

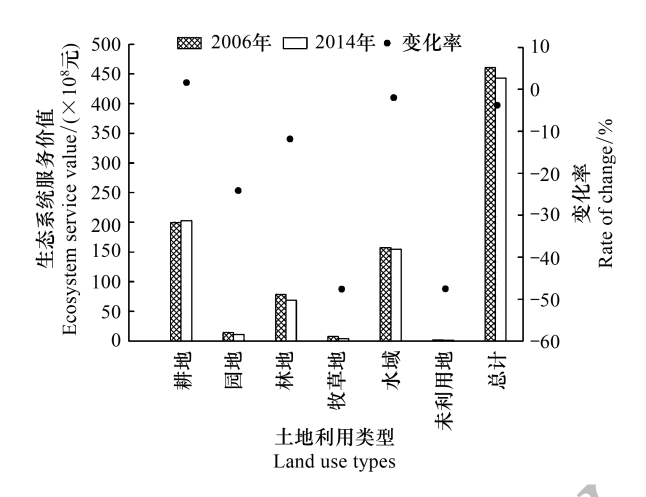


图 5　2006—2014 年德州市生态系统服务价值变化

Fig.5　Change of ecosystem service value in Dezhou during 2006—2014

图 6　2006—2014 年德州市各区县生态系统服务价值变化

Fig.6　Change of ecosystem service value in every districts of Dezhou during 2006—2014

在德州市下设的 11 区县中,齐河县的生态系统服务价值最高,2006 年和 2014 年的生态系统服务价值分别为 71.08 和 69.41 亿元,分别占生态系统服务总价值的 15.84%和 15.68%;陵城区、乐陵市和禹城市的生态系统服务价值相对较高,且三者差距不大,占生态系统服务总价值的比例均超 10%;平原县、临邑县、宁津县、夏津县及武城县的生态系统服务价值低于上述地区,分别占生态系统服务总价值的 9.71%、9.66%、7.37%、7.24%和 6.66%;庆云县和德城区的生态系统服务价值均不足地区总服务价值的 5%,对德州市生态系统服务价值的贡献率最小。

2006—2014 年间,除武城县外,其余各区县的生态系统服务价值均呈现减少的变化趋势,但是各区县的变化幅度不尽相同。其中,德城区生态系统服务价值减少量最大,9 年间共减少 1.44 亿元,变化率为 6.91%;齐河县次之,生态系统服务价值共减少 1.67 亿元;变化率为 2.35%;乐陵市、庆云县和临邑县的生态系统服务价值变化率均介于 1%—2%之间;陵城区、宁津县、平原县、夏津县和禹城市的生态系统服务价值减少量相对较低,9 年间分别减少 0.5 亿元、0.32 亿元、0.42 亿元、0.13 亿元和 0.18 亿元,变化率分别为 0.92%、0.97%、0.97%、0.4%和 0.37%。武城县的生态系统服务价值由 2006 年的 29.91 亿元增加至 2014 年的 30.21 亿元,主要是由于生态系统服务价值较高的水域面积增加所致。

3.2.3　生态系统单项服务价值变化

基于德州市不同生态系统服务价值系数表(表 1)和德州市 2006—2014 年土地利用变化数据,计算得到 2006—2014 年德州市生态系统单项服务价值。生态系统单项服务价值变化情况如图 8 所示。

从图 8 中可以看出,2006—2014 年德州市不同类型的 ESV_f 均呈现减少的变化趋势。其中,水文调节减少量最大,高达 3.40 亿元;其次是维持生物多样性服务,其 ESV_f 由 2006 年的 55.13 亿元减少为 2014 年的 52.34

图 7 德州市生态系统服务空间分异图

Fig.7 spatial distribution of ecosystem service value in Dezhou

亿元,减少量为 2.79 亿元;食物生产服务减少量最小,9 年间共减少 0.50 亿元。调节服务和支持服务价值系数最高的林地和水域面积减少,是导致调节服务、支持服务大幅减少的主要原因,其中,气体调节、气候调节、废物处理和土壤形成与保护价值减少量分别为 2.22 亿元、2.19 亿元、1.93 亿元和 2.17 亿元。就提供美学景观服务而言,园地、林地、牧草地等面积都在减少,虽然耕地面积有所增加,但是其提供美学景观服务的价值系数低,因此,研究区域内提供美学景观单项服务价值总量也表现为减少趋势。分别将 2006 年和 2014 年各项生态系统服务功能价值按从大到小的顺序进行排列,对比两年的排序结果发现,虽然各项生态系统服务价值量均有所改变,但其排序未变。区域内水文调节、废物处理和维持生物多样性服务价值位列前三,食物生产和原材料生产服务价值却较低。食物生产服务价值排名靠后这一研究结果看似与德州农业大市的发展定

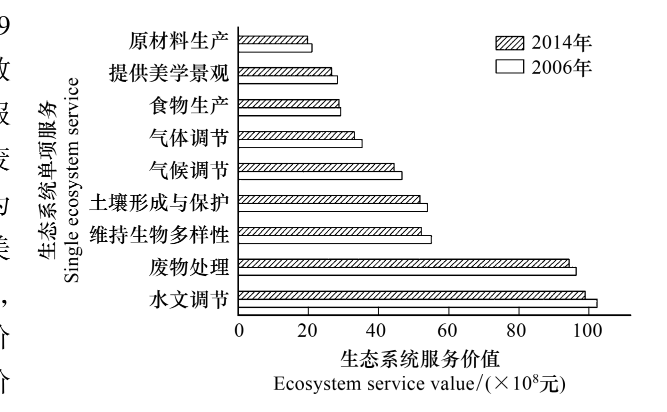


图 8 德州市生态系统单项服务价值变化

Fig.8 Change of single ecosystem service value in Dezhou

位有所背离,实则却有理可循。据表 1 可知,在除耕地(农田)以外的其余各地类中,较其他生态系统单项服务而言,食物生产服务价值系数较低、均排名后三位;即便在耕地中,其价值系数也远远低于废物处理和维持生物多样性的生态服务价值系数。因此,虽然研究区耕地面积所占比例最高,且食物生产服务主要体现在耕地上,但仍不能改变其价值在各生态系统单项服务中排名落后的结果。

4　结论与讨论

4.1　结论

(1)本研究基于土地利用动态度指标对德州市 2006—2014 年土地利用变化情况进行分析,在研究时段内耕地、城镇村及工矿用地和交通用地面积呈现增加趋势,其中城镇村及工矿用地面积增加最多,为 28015.31 hm^2,其次为耕地,增加面积为 10435.71 hm^2,交通用地面积增加量最少,增加 3061.89 hm^2;园地、林地、牧草地、水域及未利用地面积均呈现减少的趋势,其中未利用地减少量最大,为 18976.22 hm^2。土地利用变化总体符合德州市重视农业的用地理念。

(2)研究区 2006—2014 年间生态系统服务价值呈下降趋势。从 2006 年的 460.92 亿元减少至 2014 年的 443.47 亿元,生态系统服务价值降低了 17.45 亿元,价值变化率为-3.78%。研究区 ESV 的下降,反映了该地区生态系统为人类提供服务能力的下降,说明研究期间德州市土地利用结构的调整从生态效益方面来看不尽合理。因此,在新一轮土地利用总体规划中,应当高度重视土地利用变化对生态系统服务功能价值的影响,注重增加生态用地,优化调整区域的土地利用结构。

(3)在研究时段间,除武城县外,德州市其余各区县生态系统服务价值均呈减少趋势,区域间的变化幅度表现出一定的差异性。其中,德城区生态系统服务价值减少量最大,9 年间共减少 1.44 亿元,变化率为 6.91%;齐河县次之,生态系统服务价值共减少 1.67 亿元,变化率为 2.35%;乐陵市、庆云县和临邑县的生态系统服务价值变化率均介于 1%—2%之间;陵城区、宁津县、平原县、夏津县和禹城市的生态系统服务价值减少量相对较低,9 年间分别减少 0.5 亿元、0.32 亿元、0.42 亿元、0.13 亿元和 0.18 亿元。武城县生态系统服务价值由 2006 年的 29.91 亿元增加至 2014 年的 30.21 亿元,主要是由于区域内生态系统服务价值较高的水域面积增加所致。

(4)2006—2014 年间,研究区生态系统各单项服务价值(ESV_f)均呈减少趋势。其中,水文调节 ESV_f减少量最大,高达 3.40 亿元,这主要是由于水文调节价值系数较高的林地和水域面积减少所致。虽然农业结构调整和土地整治等措施使耕地面积增加量大于减少量,但是从生态角度上看,食物生产服务价值系数最高的耕地面积的增加并没有带来研究区食物生产服务价值总量的增加。其原因在于耕地面积增加量显著少于林地、水域、牧草地及园地面积的减少量,致使区域内食物生产服务价值的减少量总和大于增加量总和,故食物生产服务价值总量整体上呈现出下降的趋势。经济发展引起的土地利用结构变化是导致区域食物生产服务价值减少的主要原因。

4.2　讨论与建议

土地利用变化改变着生态系统结构和过程,也影响着区域生态系统向社会提供产品和服务能力的大小。基于区域土地利用变化数据,定量评估诸如土壤形成与保持、维持生物多样性、气体调节及食物生产等各项生态系统服务,能从生态系统服务的角度为土地利用规划及生态环境保护等提供科学的理论依据。

人类活动对生态系统的干扰和破坏,是导致生态系统结构功能脆弱及生态系统服务价值降低的主要原因。研究时段内,德州市城镇村及工矿用地、交通用地的扩张占用了大量的林地、水域和园地,致使区域生态系统服务价值呈下降趋势。这不利于维持区域生态系统的稳定,限制着区域生态效益的提高,影响着“京津冀南部重要生态功能区”及“鲁北平原和黄河三角洲生态区”作用的发挥,威胁着德州市经济-社会-生态的协调可持续发展。另外,建立生态环境损害责任终身追究制是推进我国生态文明建设,健全和完善相关体制的重要任务[30]。因此,当地政府管理部门应高度重视土地利用变化对生态环境的影响,将区域生态环境保护同

自身业绩统一起来,严格控制建设用地的低效蔓延。在土地利用过程中,应该采取生态补偿机制,继续开展城乡建设用地增减挂钩工作,促进土地集约节约利用,减少因建设用地的增加所引起的区域生态系统服务价值的降低。

另外,德州市作为山东省乃至国家重要的粮、棉、蔬生产基地,保持一定的耕地面积是其作为一个农业大市经济持续稳定健康发展的基础。研究时段内,虽然耕地面积有所增加,但区域内食物生产服务价值呈下降态势。虽然耕地的食物生产服务价值系数最高,但是由于耕地面积的增加量远远少于其他地类面积的减少量,致使区域内食物生产服务价值的减少量总和高于增加量总和,故整体上呈现出下降的趋势。食物生产服务能力的下降不利于德州市保持自身粮食大市的地位,威胁着其未来经济发展水平的不断提高。同时,食物生产服务价值的降低也威胁着区域粮食安全。因此,在未来的土地利用过程中,在确保耕地实现动态平衡的基础上,要坚持数量保护和质量保护并重,把优质耕地和经过土地整治的其他高质量耕地优先保护起来,确保耕地质量不下降;另外,还要逐步调整农业种植结构,协调好农业用地和非农用地的关系,稳步提高区域食物生产服务能力。

参考文献(References):

[1] Mooney H A, Duraiappah A, Larigauderie A. Evolution of natural and social science interactions in global change research programs. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2013, 110(S1): 3665-3672.

[2] Sterling S M, Ducharne A, Polcher J. The impact of global land-cover change on the terrestrial water cycle. Nature Climate Change, 2012, 3(4): 385-390.

[3] 张永民. 生态系统服务研究的几个基本问题. 资源科学, 2012, 34(4): 725-733.

[4] Costanza R, d'Arge R, De Groot R, Farber S, Grasso M, Hannon B, Limburg K, Naeem S, O'Neill R V, Paruelo J, Raskin R G, Sutton P, Van Den Belt M. The value of the world's ecosystem services and natural capital. Nature, 1997, 387(6630): 253-260.

[5] Daily G C. Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems. 4th ed. Washington D C: Island Press, 1997.

[6] 郑德凤, 臧正, 孙才志, 李红英. 基于生态系统服务理论的中国绿色经济转型预测分析. 生态学报, 2014, 34(23): 7137-7147.

[7] 房学宁, 赵文武. 生态系统服务研究进展——2013年第11届国际生态学大会(INTECOL Congress)会议述评. 生态学报, 2013, 33(20): 6736-6740.

[8] Gascoigne W R, Hoag D, Koontz L, Tangen B A, Shaffer T L, Gleason R A. Valuing ecosystem and economic services across land-use scenarios in the Prairie Pothole Region of the Dakotas, USA. Ecological Economics, 2011, 70(10): 1715-1725.

[9] 高奇, 师学义, 黄勤, 张琛, 马桦薇. 区域土地利用变化的生态系统服务价值响应. 中国人口·资源与环境, 2013, 23(专刊): 308-312.

[10] 王军, 顿耀龙. 土地利用变化对生态系统服务的影响研究综述. 长江流域资源与环境, 2015, 24(5): 798-808.

[11] 王晓峰, 吕一河, 傅伯杰. 生态系统服务与生态安全. 自然杂志, 2012, 34(5): 273-276.

[12] Liu X H, Li Z Y, Liao C H, Wang Q, Zhu A, Li D, Li Y J, Tang Z. The development of ecological impact assessment in China. Environment International, 2015, 85: 46-53.

[13] 欧阳志云, 王如松, 赵景柱. 生态系统服务功能及其生态经济价值评价. 应用生态学报, 1999, 10(5): 635-640.

[14] Rönnbäck P. The ecological basis for economic value of seafood production supported by mangrove ecosystems. Ecological Economics, 1999, 29(2): 235-252.

[15] Bolund P, Hunhammar S. Ecosystem services in urban areas. Ecological Economics, 1999, 29(2): 293-301.

[16] Polasky S, Nelson E, Pennington D, Johnson K A. The impact of land-use change on ecosystem services, biodiversity and returns to landowners: a case study in the state of minnesota. Environmental and Resource Economics, 2011, 48(2): 219-242.

[17] Kozak J, Lant C, Shaikh S, Wang G X. The geography of ecosystem service value: the case of the des Plaines and Cache River Wetlands, Illinois. Applied Geography, 2011, 31(1): 303-311.

[18] 谢高地, 甄霖, 鲁春霞, 肖玉, 陈操. 一个基于专家知识的生态系统服务价值化方法. 自然资源学报, 2008, 23(5): 911-919.

[19] 石龙宇, 崔胜辉, 尹锴, 刘江. 厦门市土地利用/覆被变化对生态系统服务的影响. 地理学报, 2010, 65(6): 708-714.

[20] 冯异星, 罗格平, 鲁蕾, 尹昌应, 周德成, 许文强. 土地利用变化对干旱区典型流域生态系统服务价值的影响. 水土保持学报, 2009, 23(6): 247-251.

[21] 李屹峰, 罗跃初, 刘纲, 欧阳志云, 郑华. 土地利用变化对生态系统服务功能的影响——以密云水库流域为例. 生态学报, 2013, 33(3):

726-736.

[22] 王佳丽, 黄贤金, 陆汝成, 肖思思, 郑泽庆. 区域生态系统服务对土地利用变化的脆弱性评估——以江苏省环太湖地区碳储量为例. 自然资源学报, 2010, 25(4): 556-563.

[23] 郭玲霞, 赵微, 王丽娜, 张丽丽. 基于土地整治模式的区域生态服务价值变化研究——以湖北省为例. 地域研究与开发, 2012, 31(6): 145-150.

[24] 张正峰, 王琦, 谷晓坤. 秀山自治县土地整治生态系统服务价值响应研究. 中国土地科学, 2012, 26(7): 50-55.

[25] 傅伯杰, 张立伟. 土地利用变化与生态系统服务: 概念、方法与进展. 地理科学进展, 2014, 33(4): 441-446.

[26] 张舟, 吴次芳, 谭荣. 生态系统服务价值在土地利用变化研究中的应用: 瓶颈和展望. 应用生态学报, 2013, 24(2): 556-562.

[27] 欧阳志云, 王效科, 苗鸿. 中国陆地生态系统服务功能及其生态经济价值的初步研究. 生态学报, 1999, 19(5): 607-613.

[28] 谢高地, 甄霖, 鲁春霞, 肖淑艳, 肖玉. 生态系统服务的供给、消费和价值化. 资源科学, 2008, 30(1): 93-99.

[29] 夏玉艳.《京津冀协同发展规划纲要》印发 德州一区四基地战略地位确立. (2015-07-06) [2016-06-06]. http://www.dezhoudaily.com/news/dezhou/folder132/2015/07/2015-07-06876744.html.

[30] 刘欣超, 翟琇, 赛西雅拉, 刘亚红, 孙海莲, 刘雪华. 草原自然资源资产负债评估方法的建立研究. 生态经济, 2016, 32(4): 28-36.

